

Aufbau einer elektrodynamischen Fraktionieranlage

AP2005-000000 PCT/EP 04 APR 2006

Die Erfindung betrifft den Aufbau einer elektrodynamischen Fraktionieranlage (FRANKA = Fraktionieranlage Karlsruhe) zum Fragmentieren, Mahlen oder Suspendieren eines spröden, mineralischen Prozessguts.

Alle bisher bekannten gewordenen Anlagen, die mittels leistungsstarker Hochspannungsentladungen, insbesondere dem elektrodynamischen Verfahren, zur Fragmentierung, zum Abtragen, zum Bohren oder zu ähnlichen Zwecken für die Bearbeitung von mineralischen Materialien entwickelt wurden, bestehen aus den folgenden beiden Hauptkomponenten:

Dem Energiespeicher, also der Einheit zur Erzeugung eines HV-Impulses, häufig oder meist der aus der Hochspannungsimpulstechnik bekannte Marx-Generator, und dem anwendungsspezifischen, mit einer Prozessflüssigkeit angefüllten Reaktions-/Prozessgefäß, in das der blank liegende Endbereich einer mit dem Energiespeicher verbundenen Hochspannungselektrode völlig eingetaucht ist. Ihr gegenüber befindet sich die Elektrode auf Bezugspotential, meist der als Erdelektrode fungierende Boden des Reaktionsgefäßes in zweckmäßiger Ausgestaltung. Erreicht die Amplitude des Hochspannungspulses an der Hochspannungselektrode einen ausreichend hohen Wert, so erfolgt ein elektrischer Überschlag von der Hochspannungs- zur Erdelektrode. Abhängig von den geometrischen Gegebenheiten und der Form, insbesondere der Anstiegszeit des Hochspannungsimpulses, erfolgt der Überschlag durch das zwischen den Elektroden positionierte, zu fragmentierende Material und ist damit hoch wirksam. Überschläge nur durch die Prozessflüssigkeit erzeugen allenfalls Schockwellen darin, die wenig wirksam sind.

Der elektrische Stromkreis besteht während des Hochspannungsimpulses aus dem Energiespeicher C der daran angeschlossenen Hochspannungselektrode, dem Zwischenraum zwischen Hochspannungselektrode und Boden des Reaktionsgefäßes und der Rückleitung vom Gefäßboden zum Energiespeicher. Dieser Stromkreis beinhaltet die kapazitive, ohmsche und

induktive Komponenten C, R und L, welche die Form des Hochspannungsimpulses beeinflussen (siehe Figur 6), d.h. sowohl die Anstiegsgeschwindigkeit als auch den weiteren zeitlichen Verlauf des Entladungsstroms und damit die in die Last eingekoppelte Pulsleistung und daraus in Folge die Effizienz der Entladung hinsichtlich der Materialfragmentierung. In dem ohmschen Widerstand R dieses vorübergehend existierenden Stromkreises wird während der Zeit des Entladestromimpulses die elektrische Energiemenge Ri^2 in Wärme umgesetzt. Diese Energiemenge steht damit für die eigentliche Fraktionierung nicht mehr zur Verfügung.

Dieser Stromkreis repräsentiert eine Leiterschleife, die über einen sehr kurzen Zeitraum von sehr großen Strömen, etwa 2 - 5 kA, durchflossen wird. Ein solches Gebilde erzeugt intensive elektromagnetische Strahlung, stellt also einen Radiosender hoher Abstrahlungsleistung dar, und muss zur Vermeidung von Störungen in der technischen Umgebung mit technischem Aufwand abgeschirmt werden. Überhaupt muss eine solche Anlage durch Schutzvorrichtungen derart abgeschirmt werden, dass ein Berühren der stromführenden Komponenten während des Betriebs nicht möglich ist. Das führt schnell zu einem umfangreichen Schutzaufbau über den eigentlichen Nutzaufbau hinaus.

Alle bis heute bekannten Anlagen, bei denen das elektrodynamische Verfahren eingesetzt wird, haben einen offenen Aufbau, d.h. die Baugruppen einer solchen Anlage sind durch elektrische Leitungen miteinander verbunden (siehe Figur 6).

Bei der Fragmentierung von steinigem Gut, wie beispielsweise in der WO 96/26 010 beschrieben, sind Verbindungsleitungen zwischen dem elektrischen Energiespeicher und der Funkenstrecke zu sehen, die während des HV-Pulses stromdurchflossene Schleifen bilden.

Anlagen zum Abtragen von Material (DE 197 36 027 C2), zum Bohren in felsigem Gestein (US 6,164,388) oder zum Inertisieren (DE 199 02 010 C2) zeigen jeweils einfache elektrische Leitungen zur Hochspannungselektrode.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine FRANKA-Anlage in ihrem Stromkreis während des Hochspannungsimpulses so aufzubauen, dass sowohl die Induktivität als auch der ohmsche Widerstand des Entladungsstromkreises auf ein Minimalmaß beschränkt bleibt und gleichzeitig der technische Aufwand zur Abschirmung gegen elektromagnetische Abstrahlung und zur Sicherstellung der Berührungssicherheit auf einen minimalen Aufwand beschränkt bleibt.

Die Aufgabe wird durch einen Aufbau der Fraktionieranlage gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Der Energiespeicher samt seinem Ausgangsschalter, letzterer üblicherweise meist eine im Selbstdurchbruch betriebene oder getriggerte Funkenstrecke, die Elektroden samt Zuleitung und das Reaktionsgefäß befinden sich unter Einhaltung des elektrischen Isolationsabstandes zu Bereichen unterschiedlichen elektrischen Potentials vollständig in einem Volumen mit elektrisch leitender Wand, der Kapselung. Das zwischen der Kapselung und den darin eingebauten Baugruppen bestehende Volumen ist minimal gehalten und damit die Induktivität der Anlage auf das unvermeidliche Minimum beschränkt. Diese Beachtung der Elektrophysik ermöglicht die anlagentypisch kürzeste Anstiegszeit für den Entladepuls.

Die Wandstärke ist einerseits mindestens gleich der Eindringtiefe der niedrigsten Komponente des Fourier-Spektrums des gepulsten elektromagnetischen Feldes, wird also davon maßgeblich mitbestimmt. Andererseits erfordert die mechanische Festigkeit eine Mindestwandstärke. Die notwendig größere Wandstärke aus der einen oder andern der beiden Bedingungen wird beim Bau beachtet.

Bei dieser vollständigen Kapselung ist die Elektrode auf Bezugspotential über die Kapselwand mit der Masseseite des Energiespeichers verbunden. Die übrige Stromführung über den Ener-

giespeicher und die vorübergehend auf Hochspannungspotential zu liegenden kommenden Bauteile ist zur Kapselung zentral.

Dieser gekapselte Aufbau lässt einen elektrophysikalisch und bedienungstechnisch vorteilhaften Aufbau zu, dessen Merkmale in den Unteransprüchen 2 bis 9 weiter spezifiziert werden.

Je nach Betriebsart hat nach Anspruch 2 die Kapselwand einen abnehmbaren Bereich für den Stapel-(Batch-)Betrieb oder einen Zugang für das kontinuierliche Einbringen (Anspruch 3). Für Reparaturarbeiten ist die Kapsel ohnehin abschnittsweise zu öffnen.

Nach Anspruch 3 sind für die kontinuierliche Verarbeitung von Fragmentiergut an der Kapselwand mindestens ein nach außen gerichteter rohrartiger Stutzen aus leitendem Material für die Beschickung und mindestens ein weiterer für die Entnahme angebracht. Wegen der elektrischen Abschirmung nach außen sind diese in der Länge und lichten Weite derart dimensioniert, dass zumindest die leistungsstarken hochfrequenten Anteile im Spektrum des durch den Hochspannungsimpuls erzeugten elektromagnetischen Feldes durch diese Stutzen nicht austreten oder in diesen Stutzen bis zur Öffnung in die Umgebung mindestens auf das gesetzlich vorgeschriebene Maß abgeschwächt werden.

Der Energiespeicher und das Reaktionsgefäß sind in der Kapselung räumlich voneinander getrennt. Nach Anspruch 4 sitzt in dessen einem inneren Stirnwandbereich der Energiespeicher und in dessen anderen Stirnwandbereich das Reaktionsgefäß oder wird davon gebildet.

Die Kapselung ist ein abgeschlossenes rohrförmiges Gebilde und hat nach Anspruch 5 einen polygonalen oder runden Querschnitt. Dabei kann die Kapselung sowohl gestreckt sein aber auch mindestens einmal abgewinkelt. Die Form wird konstruktiv vom Einbauvorhaben bestimmt. Die einfachste Form ist die gestreckte.

Konsequenterweise sitzt die auf Bezugspotential liegende Elektrode zentriert in der Stirnwand des Reaktionsgefäßes und die Hochspannungselektrode auf Abstand zentriert gegenüber (Anspruch 6). Die Hochspannungselektrode ist unmittelbar an den Ausgangsschalter des Energiespeichers angeschlossen. Dieser Ausgangsschalter ist im Falle eines Marx-Generators als Energiespeicher die Ausgangsfunkenstrecke. Damit ergibt sich in jeder Form der Kapselung der elektrisch günstige und isolationstechnisch zweckmäßige koaxiale Aufbau, mit dem die Forderung der Kapselung und damit der anlagentypisch kleinsten Induktivität erfüllt wird.

In der Aufstellung der Anlage ist man nach Anspruch 7 nicht beschränkt. Der elektrische Energiespeicher samt Ausgangsschalter sitzt in Bezug auf das Reaktionsgefäß in der Kapselung räumlich oberhalb oder auf gleicher Höhe oder räumlich unterhalb.

Je nach Art des zu fragmentierenden Guts ist nach Anspruch 8 die Elektrode auf Bezugspotential, meist Erdelektrode, zentrischer Teil der Stirn oder Siebboden oder Ring- oder Stabelektrode.

Nach Anspruch 9 ist der Energiespeicher vom Reaktionsgefäß durch eine Schutzwand getrennt ist, so dass der Reaktionsraum vom Bereich des Energiespeichers flüssigkeitsdicht getrennt ist.

Der Hochspannungsimpuls zwischen der Hochspannungselektrode und dem Boden des Reaktionsgefäßes, bzw. der Strom von der einen zur andern Elektrode wandelt die eingebrachte elektrische Energie in unterschiedliche Energieanteile anderer Art um, u.a. einfach auch in mechanische Energie, letzten Endes mechanische Wellen/Schockwellen. Die Hochspannungselektrode ist in ihrem Mantelbereich bis vor zum Endbereich elektrisch isoliert ummantelt, ragt mit diesem Endbereich in die Prozessflüssigkeit völlig hinein.

Der nach außen vollständig abgeschirmte Aufbau von Energiespeicher bzw. Impulsgenerator und Prozessreaktor in einem gemeinsamen elekt-

risch leitenden Gehäuse hat mehrere Vorteile gegenüber der herkömmlichen, offenen Weise des Aufbaus:

die Induktivität des Entladekreises wird bzw. kann auf das unvermeidbare Minimum reduziert;

die ohmschen Verluste im Hochspannungsimpulsstromkreis bleiben ebenfalls auf ein unvermeidbares Minimum beschränkt;

minimale Induktivität und minimaler ohmscher Widerstand des Impulsstromkreises führen zu einer effizienteren Entladung in der Last, d.h. zu einem größeren Energieeintrag in diese. Hinsichtlich der elektromagnetischen Abstrahlung sowie der Berührungssicherheit hat der gewissermaßen geschlossenen Aufbau der Anlage entscheidende Vorteile. Während der gesamten Zeit des HV-Impulses fließt der Entladestrom ausschließlich im Innenbereich der Anlage. Dies ist für den vom Energiespeicher, umfassender Impulsgenerator, über die Hochspannungselektrode und die Last, Reaktionsflüssigkeit mit Fraktioniergut, zum Boden des Reaktionsgefäßes fließenden Hinstrom aufgrund der abschirmenden Funktion der elektrisch leitenden Kapselung ohnehin evident..

Der Rückstrom vom Boden des Reaktionsgefäßes zum Energiespeicher fließt auf der Innenwand der hohlzylindrischen Kapselung, da das durch den kurzzeitig in der Anlage fließenden Entladungsstrom aufgebaute Magnetfeld die Eigenschaft besitzt, die von der Leiterschleife eingeschlossene Fläche zu minimieren. Dieser kurzzeitig auf der Innenseite der Anlagenwand fließende Rückstrom dringt aufgrund des Skineffektes nur bis zu geringer Tiefe, der frequenzabhängigen Eindringtiefe, in das Wandmaterial ein. Die Eindringtiefe ist bekanntermaßen abhängig von der elektrischen Leitfähigkeit des Wandmaterials und von dem im Entladungsstrom auftretenden Frequenzspektrum. Bei den üblichen Anstiegszeiten der Hochspannungspulse von ca. 500 ns, einer charakteristischen Eigenschwingungsdauer des Entladungskreises von ca. 0,5 μ s und bei Verwendung von einfachen Stählen wie Baustahl für die Anlagenwand beträgt die Eindringtiefe in die Innenwandung weniger

als 1 mm. Die Wandstärke der Kapselung berücksichtigt einerseits zwingend die niedrigste Frequenz des Fourierspektrums aus der elektrischen Entladung wegen der Eindringtiefe (Skineffekt) und die notwendige mechanische Festigkeit wegen der Formerhaltung der Anlage. Die höhere Minimalforderung der Wandstärke aus einem der beiden Gründe dominiert. So können auf der äußeren Oberfläche der Kapselung keine elektrischen Spannungen auftreten, dadurch erübrigt sich der Berührungsschutz, bzw. kann dieser in seinem Aufbau auf ein Minimum beschränkt bleiben. Eine elektromagnetische Abstrahlung nach außen kann ebenfalls nicht auftreten.

Die koaxial aufgebaute Anlage ist kompakt, handhabbar und mess- und steuerungstechnisch zugänglich. Das elektrische Ladegerät für den Energiespeicher muss nicht extra abgeschirmt werden. Seine Zuleitung kann durch Durchführungen unproblematisch an den Energiespeicher im oberen Innern des Gehäuses geführt werden, eventuell durch ein Koaxialkabel, dessen Außenleiter das Gehäuse kontaktiert.

Die vollständig, metallisch gekapselte Fragmentieranlage wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

- Figur 1 die koaxial aufgebaute FRANKA-Anlage,
- Figur 2 Skizze der FRANKA-Anlage mit Trennwand,
- Figur 3 Skizze der FRANKA-Anlage für kontinuierlichen Betrieb,
- Figur 4 Skizze der FRANKA-Anlage mit u-förmiger Kapselung,.
- Figur 5 Skizze der FRANKA-Anlage mit Reaktionsgefäß oben, Figur 6 die herkömmliche FRANKA-Anlage.

In Figur 1 ist die koaxial aufgebaute FRANKA-Anlage im axialen Schnitt schematisch dargestellt. Die kontinuierliche oder diskontinuierliche Betriebsweise ist hier nicht respektiert, hier steht der elektrische Aufbau im Vordergrund. Auch ist das elektrische Ladegerät zum Aufladen des elektrischen Energiespeichers 3 nicht angedeutet. Der koaxiale Aufbau ist, elektrisch gesehen, der vorteilhafteste. Eine Abweichung davon würde nur aus konstruktiven Zwängen vorgenommen werden.

Der Hochspannungsimpulsgenerator besteht aus dem elektrischen Speicher C, als Kondensator schematisiert, und der Induktivität L und dem ohmschen Widerstand R in Reihe.

Die Hochspannungselektrode 5 schließt sich an. Sie ist von ihrem elektrischen Anschluss am Widerstand R her bis in den Endbereich elektrisch durch einen dielektrischen Mantel zur Umgebung hin isoliert. Sie mündet mit ihren blanken Endbereich 4 in dem mit einem Blitzsymbol angedeuteten Prozess-/Reaktionsvolumen und hat dort einen vorgegebenen, einstellbaren Abstand zum Boden des Prozess-/Reaktionsgefäß 3, das den unteren Teil des coaxialen, hohlzylindrischen Gehäuses 6 bildet.

Der Stromfluss während der Hochspannungsentladung erfolgt in den Bauelementen entlang der Achse des hohlzylindrischen Gehäuses 6, fließt in mindestens einem Entladungskanal im Prozessvolumen zum Boden des Reaktionsgefäßes 3 und dann über die Gehäusewand 6 zurück in den Energiespeicher/Kondensator 1. Das Gehäuse 6 ist an das Bezugspotential „Erde“ angeschlossen.

Die Induktivität L und der Widerstand R stehen repräsentativ für die Anlageninduktivität und den Anlagenwiderstand, C deutet die elektrische Kapazität und damit über die Ladespannung die zur Verfügung stehende Speicherenergie,

$\frac{1}{2} C (nU)^2$, an, die zu einem möglichst großen Teil im Prozessvolumen umgesetzt werden soll. Im Falle eines Marx-Generators als HV-Impulsgenerator ist dessen mindestens Zweistufigkeit ($n = 2$), die Einzelkapazität C und die Stufenladespannung U als auch die Stufenanzahl n für die Speicherenergie maßgebend.

Figur 6 zeigt eine FRANKA-Anlage schematisiert in herkömmlicher Bauweise, wie sie für viele Laborarbeiten einfach aufgebaut ist und wird.

In den Figuren 2 bis 5 sind koaxiale Varianten einer FRANKA-Anlage skizziert:

Figur 2 zeigt, wie der Energiespeicher 1 durch eine Trennwand im Bereich der Hochspannungselektrode 5 vom Reaktorbereich 3 getrennt ist. Das ist insbesondere bei Auftreten von Spritzflüssigkeit durch den Entladungsvorgang einzubauen.

Figur 3 zeigt zwei Öffnungen in der Kapselung 6, eine im Mantelbereich zum Einfüllen in das Reaktionsgefäß 3, die zweite aus dem Reaktionsgefäß 3 heraus beispielsweise durch den Boden. Durch diese bauliche Maßnahme kann ein kontinuierlicher Betrieb mit Beladung und Entnahme gefahren werden.

Figur 4 zeigt die u-förmige Kapselung 3. Diese Bauform dürfte bei großen Anlage aufgrund der Gewichte und Handhabbarkeit Vorzug haben.

Figur 5 skizziert eine auf den Kopf gestellte Bauform, das Reaktionsgefäß 3 sitzt über dem Energiespeicher 1. Bei gasförmigen oder sehr leichten, aufgewirbelten Prozesssubstanzen könnte sich eine solche Bauform anbieten.

Figur 6 zeigt den Aufbau herkömmlicher FRANKA-Anlagen, die als voll funktionierende Anlage noch extra durch eine Wand zur Abschirmung und als Schutz gegen Berührung gekapselt ist. Die große elektrische Schleife ist nicht minimiert. Im Falle eines Pulses wirkt sie als starke Sendeantenne. Im industriellen Einsatz ist die Abschirmung aus diesem Grunde gesetzlich geregelt.

Bezugszeichenliste

1. Energiespeicher
2. Ausgangsschalter/-funkenstrecke
3. Reaktionsgefäß
4. Stirn der Hochspannungselektrode
5. Hochspannungselektrode mit Isolator
6. Kapselung
7. Verbindung Prozessgefäß - Kapselung
8. Verbindung Ladegerät - Kapselung
9. Einfüllstutzen
10. Abführstutzen

Patentansprüche:

1. Aufbau einer elektrodynamischen Fraktionieranlage zum Fragmentieren, Mahlen oder Suspendieren eines spröden Prozessgutes, bestehend aus:
einem aufladbaren elektrischen Energiespeicher (1), an dessen Ausgang zwei Elektroden angeschlossen sind, wovon eine auf einem Bezugspotential liegt und die andere über einen Ausgangsschalter (2) am Energiespeicher pulsartig mit Hochspannung beaufschlagbar ist,
einem Reaktionsgefäß (3), das mit einer Prozessflüssigkeit gefüllt ist, in welche das Prozessgut eingetaucht ist und in welcher sich die beiden blankliegenden Elektrodenenden mit einem einstellbaren Abstand, die Reaktionszone, gegenüberstehen, wobei die mit Hochspannung beaufschlagbare Elektrode (4) mit einem isolierenden Mantel (5) bis zum freien Endbereich umgeben ist und dieser isolierende Mantel im Endbereich in die Prozessflüssigkeit mit eingetaucht ist,
dadurch gekennzeichnet, dass:
sich der Energiespeicher samt seines Ausgangsschalters, die Elektroden samt Zuleitung und das Reaktionsgefäß vollständig in einem Volumen mit elektrisch leitender Wand, der Kapselung (6), befinden und dieses von der Kapselung umschlossenen Volumen minimal ist,
die Wandstärke der Kapselung mindestens gleich der von der niedrigsten Komponente des Fourier-Spektrums des gepulsten elektromagnetischen Feldes entsprechenden Eindringtiefe ist und mindestens die für die mechanische Festigkeit notwendige Stärke hat,
die Elektrode auf Bezugspotential (4) über die Kapselwand mit der Masseseite (8) des Energiespeichers verbunden ist,
die mit Hochspannung beaufschlagte Elektrode auf dem kürzesten Wege mit dem Ausgangsschalter am Energiespeicher verbunden ist.
2. Aufbau nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für die schubweise Verarbeitung von Fragmentiergut die Kapselwand teil-

weise abnehmbar oder in der Kapselwand mindestens ein Zugang ist.

3. Aufbau nach 1, dadurch gekennzeichnet, dass für die kontinuierliche Verarbeitung von Fragmentiergut an der Kapselwand mindestens ein nach außen gerichteter rohrartiger Stutzen (9) aus leitendem Material für die Beschickung und mindestens ein weiterer (10) für die Entnahme ansetzen, die in der Länge und lichten Weite derart dimensioniert sind, dass zumindest die leistungsstarken hochfrequenten Anteile im Spektrum des durch den Hochspannungspuls erzeugten elektromagnetischen Feldes durch diese Stutzen nicht austreten oder in diesen Stutzen bis zur Öffnung in die Umgebung mindestens auf das gesetzlich vorgeschriebene Maß abgeschwächt werden.
4. Aufbau nach den Ansprüchen 2 und 3, dadurch gekennzeichnet, dass, die Kapselwand ein Hohlkörper ist, in dessen einem inneren Stirnwandbereich der Energiespeicher sitzt und dessen anderer Stirnwandbereich das Reaktionsgefäßes bildet.
5. Aufbau nach 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Kapselung polygonalen oder runden Querschnitt hat und gestreckte Form oder mindestens einmal abgewinkelte Form hat.
6. Aufbau nach 5, dadurch gekennzeichnet, dass die auf Bezugspotential liegende Elektrode zentriert in der Stirnwand des Reaktionsgefäßes sitzt, die Hochspannungselektrode zentriert gegenübersteht und letztere auf zur Kapselung koaxialem Wege mit dem Ausgangsschalter des Energiespeichers verbunden ist.
7. Aufbau nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Energiespeicher samt Ausgangsschalter in Bezug auf das Reaktionsgefäß in der Kapselung räumlich oberhalb oder auf gleicher Höhe oder räumlich unterhalb sitzt.

8. Aufbau nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrode auf Bezugspotential als zentrischer Teil der Stirn oder als Siebboden oder als Ring- oder Stabelektrode ausgebildet ist.
9. Aufbau nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Energiespeicher vom Reaktionsgefäß durch eine Schutzwand getrennt ist.

Fig. 1

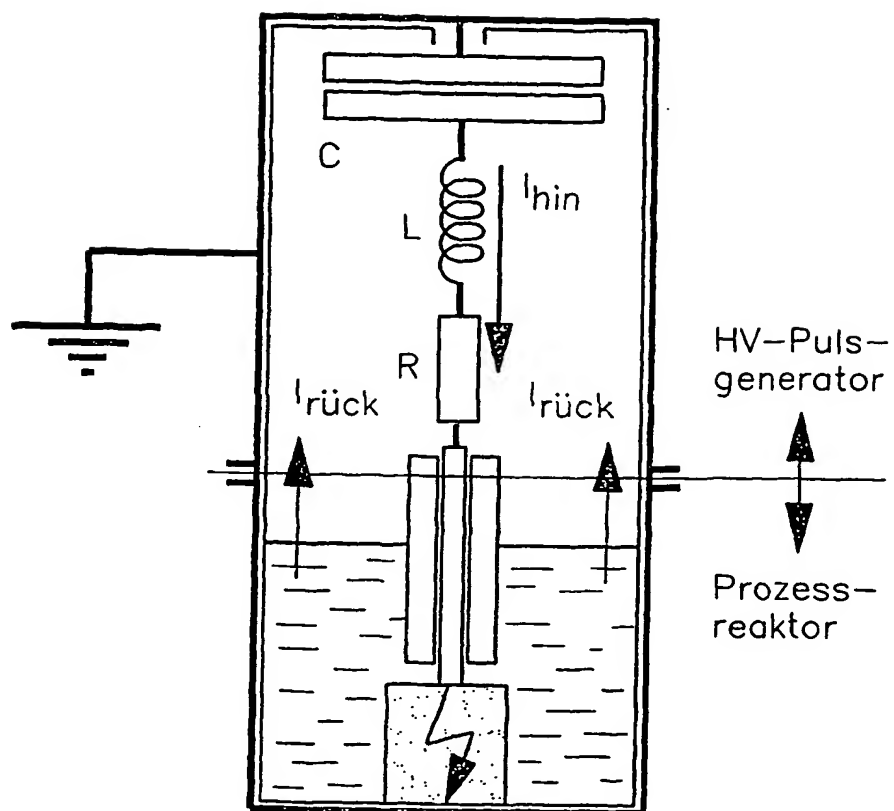


Fig. 2

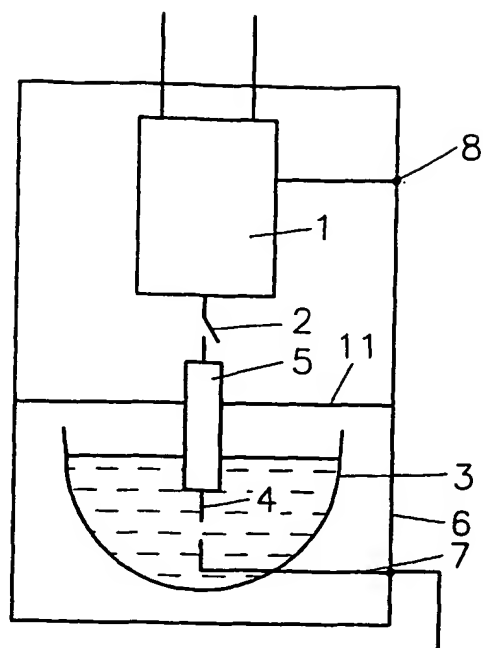


Fig. 3

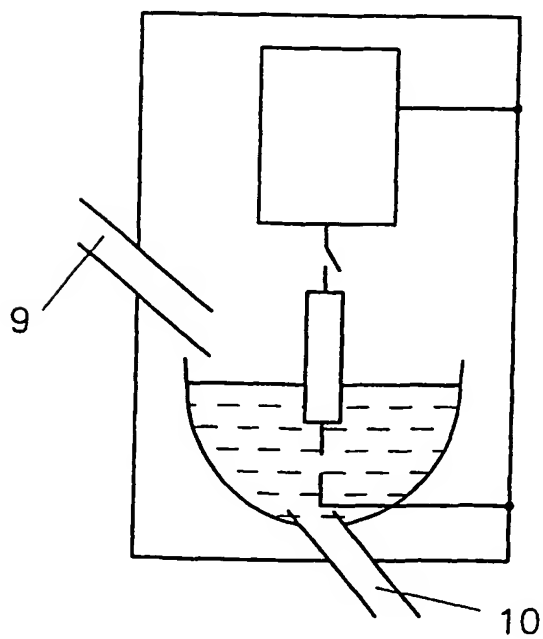


Fig. 4

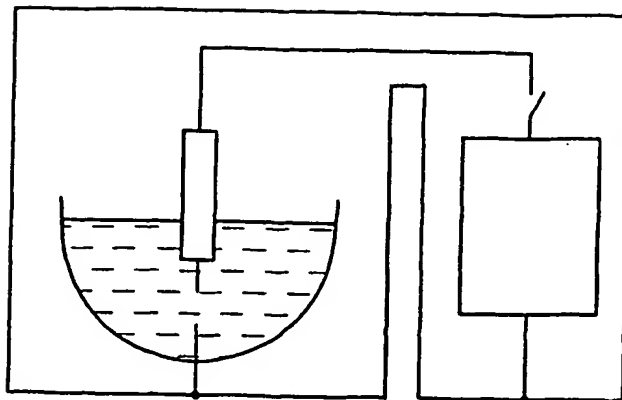


Fig. 5

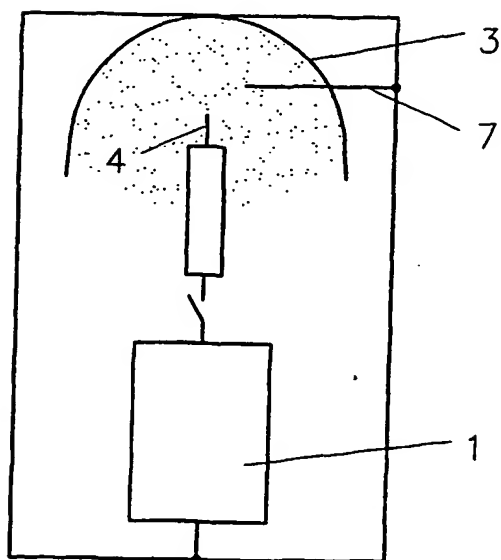
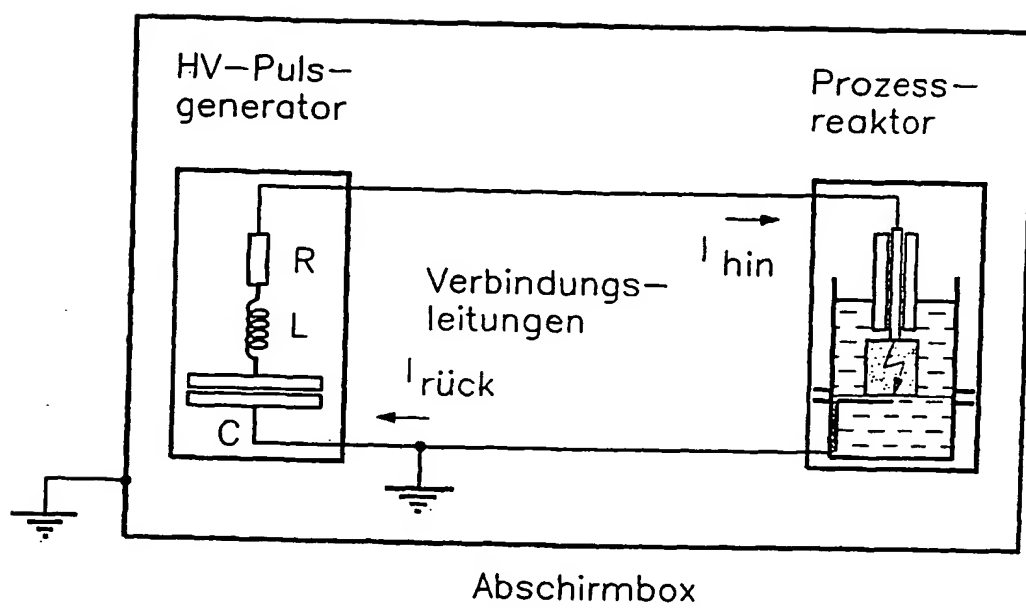


Fig. 6



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.